



МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ СИНТЕЗУ СКЛАДНИХ СИСТЕМ ПАРАЛЕЛЬНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ ТА ЇХ НАЛАШТУВАННЯ У КОМП'ЮТЕРНОМУ ЗОРІ

ГРИЦИК В.В., ГРИЦИК В.В., БУРОВ Є.В.,
ВОВК О.Б., РИШКОВЕЦЬ Ю.В., ЗОЗУЛЯ А.М.

Пропонуються математичні методи синтезу складних систем паралельної обробки даних та їх налаштування у комп'ютерному зорі на основі класифікованих функціональних можливостей.

1. Вступ

Існує багато різноманітних моделей обробки даних. Поряд з тим, для різних систем обробки даних, зокрема, складних, можна використовувати відомі методи, які за необхідності доповнити певними показниками якості.

А інколи необхідно суттєво модифікувати та уточнити існуючі методи для їхнього подальшого застосування до певного виду складних систем обробки даних.

Особливо це стосується процесу обробки даних для задач розв'язку складних проблем в системах комп'ютерного зору [2].

Метою дослідження є вивчення можливості розпаралелювання опрацювання інформації при синтезі складних систем обробки даних на рівні ярусно-паралельних структур алгоритму із застосуванням магістральних методів реалізації цього процесу в системах комп'ютерного зору.

2. Синтез складних систем паралельної обробки даних та їх налаштування у комп'ютерному зорі

Розглянемо можливість розпаралелення опрацювання інформації при синтезі складних систем опрацювання даних на рівні ярусно-паралельних структур алгоритму, застосування магістральних методів реалізації процесу.

Такий підхід дає можливість налаштування системи на реалізацію задач у заданому режимі обробки даних, що поступають. У цьому підході важливим є вибір основних операторів, що дозволяють здійснювати налаштування системи.

Розглянемо систему:

$$S_i \subset X_i \times Y_i, \quad (1)$$

і нехай $X_i = \times\{X_{ij} : j \in I_{X_i}\}$, $Y_i = \times\{Y_{ij} : j \in I_{Y_i}\}$.

Позначимо через Z_{X_i} – декартовий добуток компонентних множин X_i , які можуть використовуватися для реалізації з'єднань систем; а через $\bar{Z}_{\bar{X}_i}$ – сімейство всіх компонентів множин X_i і позначимо через

$$\bar{X}_i^* = \{X_{ij} : X_{ij} \in \bar{X}_i \wedge X_{ij} \notin \bar{Z}_{X_i}\},$$

де \bar{X}_i – сімейство компонентних множин X_i ,

$$X_i^* = \times\{X_{ij} : X_{ij} \in \bar{X}_i \wedge X_{ij} \notin Z_{X_i}\} = \times\{X_{ij} : X_{ij} \in \bar{X}_i^*\}.$$

Отримаємо:

$$X_i = X_i^* \times Z_{X_i}. \quad (2)$$

Аналогічно

$$Y_i = Y_i^* \times Z_{Y_i}. \quad (3)$$

Із (1) і (3) можна синтезувати множину з'єднаних систем

$$S_{iz} \subset (X_i^* \times Z_{X_i}) \times (Y_i^* \times Z_{Y_i}). \quad (4)$$

Системи S_i і S_{iz} не однакові; система S_{iz} визначає можливість з'єднання (синтезування) систем.

Клас синтезованих систем із (4) визначимо так:

$$\bar{S}_{iz} = \{S_{iz} : S_{iz} \subset (X_i^* \times Z_{X_i}) \times (Y_i^* \times Z_{Y_i})\}.$$

У цьому класі систем знайдемо основні параметри їх синтезу.

I. Каскадний синтез (з'єднання).

Нехай $S_1 \subset X_1 \times (Y_1^* \times Z_{Y_1})$, $S_2 \subset (X_2^* \times Z_{X_2}) \times Y_2$.

Введемо операцію \circ : $\bar{S}_1 \times \bar{S}_2 \Rightarrow \bar{S}_3$ таку, що

$$S_1 \circ S_2 = S_3, \text{ де } S_3 \subset (X_1 \times X_2^*) \times (Y_1^* \times Y_2),$$

$$Z_{X_1} = Z_{Y_2} = Z \text{ і } ((X_1, X_2), (Y_1, Y_2)) \in S_3 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow (\exists z)((X_1, (Y_1, Z)) \in S_1 \wedge ((X_2, Z), Y_2) \in S_2).$$

Операцію \circ визначимо як каскадний синтез або каскадна операція.

II. Паралельний синтез (з'єднання).

Нехай $S_1 \subset (X_1^* \times Z_{X_1}) \times Y_1$, $S_2 \subset (X_2^* \times Z_{X_2}) \times Y_2$.

Введемо операцію $+$: $\bar{S}_1 \times \bar{S}_2 \Rightarrow \bar{S}_3$ таку, що

$$S_1 + S_2 = S_3, \text{ де } S_3 \subset (X_1^* \times X_2^* \times Z) \times (Y_1 \times Y_2),$$

$$Z_{X_1} = Z_{X_2} = Z \text{ і } ((X_1, X_2, Z), (Y_1, Y_2)) \in S_3 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow ((X_1, Z), Y_1) \in S_1 \wedge ((X_2, Z), Y_2) \in S_2.$$

Операцію + назвемо паралельним синтезом (з'єднання) або паралельною операцією.

III. Замикання зворотного зв'язку (організація операції циклів).

Нехай F – відображення $F: \bar{S}_z \Rightarrow \bar{S}_z$ таке, що $F(S_1) = S_2$, де $S_1 \subset (X^* \times Z_X) \times (Y^* \times Z_Y)$, а

$$S_2 \subset X^* \times Y^*, Z_X = Z_Y = Z,$$

$$(X, Y) \in S_2 \Leftrightarrow (\exists z)((X, Z), (Y, Z)) \in S_1.$$

Відображення F називається замиканням зворотного зв'язку або операцією замикання оберненого зв'язку.

Таким чином, введені три основні операції синтезу систем, які практично вичерпують можливості організації операцій складних систем опрацювання даних.

Сформулюємо основні властивості синтезу операцій опрацювання даних.

1. Якщо операція $(S_1 \circ S_2) \circ S_3$ визначена, тоді справедлива рівність $(S_1 \circ S_2) \circ S_3 = S_1 \circ (S_2 \circ S_3)$.

2. $S_1 \circ S_2 \neq S_2 \circ S_1$.

3. Якщо операції $(S_1 + S_2) + S_3$ і $S_1 + (S_2 + S_3)$ визначені, тоді справедлива рівність $(S_1 + S_2) + S_3 = S_1 + (S_2 + S_3)$.

4. $S_1 + S_2 = S_2 + S_1$.

5. В операції 0 немає одиничного елемента.

6. Роль одиничного елемента для операції + відіграє пуста система.

7. $F(S_1 \circ S_2) = F(S_2 \circ S_1)$, якщо обидві частини цієї рівності мають сенс.

8. Якщо системи $S_1 \subset X_1 \times (Y_1 \times Z)$ і $S_2 \subset (X_2 \times Z) \times Y_2$ не попереджують, тоді не попереджує і система $S_3 = S_1 + S_2$.

9. Якщо системи $S_1 \subset (X_1 \times Z) \times Y$ і $S_2 \subset (X_2 \times Z) \times Y$ не попереджують, тоді не буде попереджувати і система $S_3 = S_1 + S_2$.

10. Якщо системи S_1 і S_2 лінійні, тоді і системи $S_1 \circ S_2, S_1 + S_2$ і $F(S_1)$ будуть лінійними, якщо вони визначені.

11. Якщо системи S_1 і S_2 функціональні, тоді функціональними є системи $S_1 \circ S_2, S_1 + S_2$ за умовою, що вони визначені; каскадне і паралельне з'єднання зберігають властивості взаємодозначної функціональності; операції замикання зворотного зв'язку у загальному випадку функціональності не зберігають.

12. Нехай $S \subset (X + Z) \times (Y \times Z)$ є функціональними і $S(X) = \{Z : (\exists y)((x, z, y, z) \in S)\}$,

$$S(x, y) = \{Z : (\exists z')((x, z, y, z') \in S)\}.$$

Система $F(S)$ є функціональна в тому і тільки в тому випадку, коли для кожного $x \in X$ $(\exists y)(S(x) \subset S(x, y))$.

Тепер дослідимо можливості розпаралелення опрацювання інформації для різних операцій синтезу систем на рівні заданих систем S_i . Розуміється, що операція замикання оберненого зв'язку дозволяє проводити опрацювання даних лише на рівні однієї системи S_i . Тому важливо дослідити можливість розпаралелення опрацювання даних при побудові різних систем за допомогою каскадного і паралельного поєднання (з'єднання) операцій на рівні заданих систем S_i .

Для цього розглянемо такі теореми.

Теорема 1. Нехай задані системи опрацювання даних $S_1 \subset X_1 \times (Y_1^* \times Z_{X1})$, $S_2 \subset (X_2^* \times Z_{Y2}) \times Y_2$ і визначені каскадні з'єднання цих систем за допомогою каскадної операції $S_1 \circ S_2 = S = (X_1 \times X_2^*) \times (Y_1^* \times Y_2)$, тоді система S допускає магістральне опрацювання даних на рівні S_1 і S_2 .

Доведення. Нехай системи S_1, S_2, S реалізують деякі функції f_1, f_2, f (рис. 1).

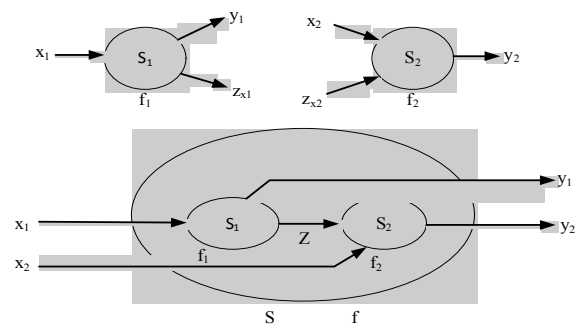


Рис. 1. Мультимагістральне опрацювання даних

Побудуємо магістральну схему опрацювання даних одиничного потоку для визначення функції f .

Час \rightarrow

Крок 1. $f_1^1 \ f_1^2 \ f_1^3 \ \dots$

Крок 2. $f_2^1 \ f_2^2 \ \dots$,

де f_i^r – функція f_i залежно від r – аргументу в одиничному потоці даних.

Аналогічно побудуємо магістральну схему функціонування системи S при одиничному потоці даних на входах S_1 і S_2 . Позначимо через S_i^r – систему S_i в момент r для визначення f_i^r .

Крок 1. $S_1^1 \ S_1^2 \ S_1^3 \ \dots$

Крок 2. $S_2^1 \ S_2^2 \ \dots$

Аналогічні результати можна отримати при мультимагістральних системах опрацювання даних.

Теорема 2. Нехай задані системи опрацювання даних

$$S_1 \subset X_1 \times (Y_1^* \times Z_{X_1}), S_2 \subset (X_2^* \times Z_{Y_2}) \times (Y_2^* \times Z_{Y_2}),$$

$$S_3 \subset (X_3^* \times Z_{Y_3}) \times (Y_3^* \times Z_{X_3}), \dots, S_n \subset (X_n^* \times Z_{Y_n}) \times Y_n.$$

Каскадне з'єднання цих систем визначаємо за допомогою каскадного з'єднання операцій

$$S_1 \circ S_2 \circ S_3 \circ \dots \circ S_n = S \subset (X_1 \times X_2^* \times X_3^* \times \dots \times X_n^*) \times (Y_1^* \times Y_2^* \times Y_3^* \times \dots \times Y_{n-1}^* \times Y_n);$$

тоді система S допускає магістральне опрацювання даних на рівні $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$.

Нехай системи $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n, S$ реалізують функції $f_1, f_2, f_3, \dots, f_n, f$. На рис. 2 подано систему S опрацювання даних для визначення f . Побудуємо магістральну схему опрацювання даних для одиничного потоку для визначення f .

Час \rightarrow

Крок 1. $f_1^1 \quad f_1^2 \quad f_1^3 \quad \dots \quad f_1^n \quad \dots$

Крок 2. $f_2^1 \quad f_2^2 \quad \dots \quad f_2^{n-1} \quad \dots$

Крок 3. $f_3^1 \quad \dots \quad f_3^{n-2} \quad \dots$

.....

Крок n . $f_n^1 \quad \dots$

Аналогічно можна побудувати магістральну схему функціонування S для одиничного потоку даних на входах $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$.

Час \rightarrow

Крок 1. $S_1^1 \quad S_1^2 \quad S_1^3 \quad \dots \quad S_1^n \quad \dots$

Крок 2. $S_2^1 \quad S_2^2 \quad \dots \quad S_2^{n-1} \quad \dots$

Крок 3. $S_3^1 \quad \dots \quad S_3^{n-2} \quad \dots$

.....

Крок n . $S_n^1 \quad \dots$

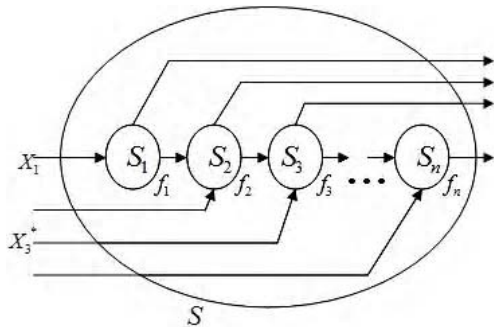


Рис. 2. Мультимагістральна система опрацювання даних

Теорема 3. Нехай задані системи опрацювання даних $S_1 \subset (X_1^* \times Z_{X_1}) \times Y_1, S_2 \subset (X_2^* \times Z_{X_2}) \times Y_2$ і визначено паралельне з'єднання (синтез) цих систем за допомогою паралельного з'єднання операцій

$$S_1 + S_2 = S = (X_1^* \times X_2^* \times Z) \times (Y_1 \times Y_2).$$

Тоді система S допускає розпаралелення опрацювання даних на рівні S_1 і S_2 .

Доведення. Якщо за умови побудови синтезу S

$$X_1^* \cap Y_2 = \emptyset, \quad Z_{X_2} \cap Y_1 = \emptyset$$

системи S_1 і S_2 , згідно з означенням є інформаційно незалежними, тоді система S допускає розпаралелення опрацювання даних на рівні S_1 і S_2 . На рис. 3 подано систему S опрацювання даних.

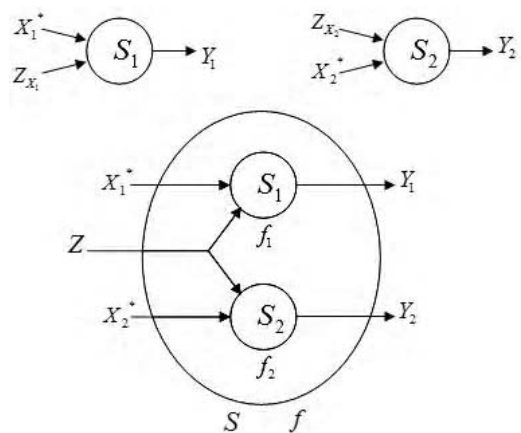


Рис. 3. Система синтезу S паралельних систем S_1 і S_2

Теорема 4. Нехай задані системи опрацювання даних $S_1 \subset (X_1^* \times Z_{X_1}) \times Y_1, S_2 \subset (X_2^* \times Z_{X_2}) \times Y_2, S_3 \subset (X_3^* \times Z_{X_3}) \times Y_3, \dots, S_n \subset (X_n^* \times Z_{X_n}) \times Y_n$ і визначено синтез (паралельне з'єднання) цих систем за допомогою паралельного з'єднання операцій:

$$S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n = S = (X_1^* \times X_2^* \times X_3^* \times \dots \times X_n^* \times Z) \times (Y_1 \times Y_2 \times Y_3 \times \dots \times Y_n).$$

Тоді система S допускає розпаралелення опрацювання даних на рівні $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$.

Доведення. Оскільки за умовою побудови S

$$X_1^*, Z_{X_1} \cap Y_2, Y_3, \dots, Y_n = \emptyset$$

$$\wedge X_2^*, Z_{X_2} \cap Y_1, Y_3, \dots, Y_n = \emptyset \wedge \dots \wedge X_n^*,$$

$Z_{X_n} \cap Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_{n-1} = \emptyset$, то, згідно з означенням, системи $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ інформаційно взаємозалежні. Тоді система S допускає розпаралелення опрацювання даних на рівні $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$.

На рис. 4 подано систему синтезу S паралельного опрацювання даних.

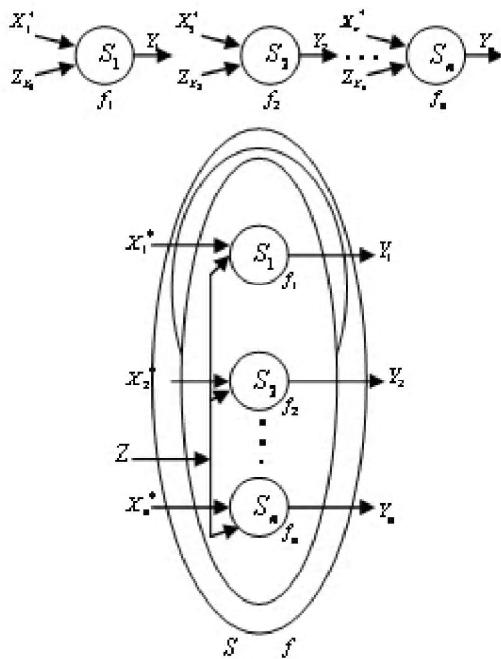


Рис. 4. Система синтезу S паралельного опрацювання даних $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$

Теорема 5. Нехай задані системи опрацювання даних $S_1 \subset (X_1^* \times Z_{X_1}^*) \times (Y_1^* \times Z_{Y_1}^*)$, $S_3 \subset (X_3^* \times Z_{X_3}^*) \times Y_3$ і паралельне каскадне з'єднання (синтез) цих систем за допомогою операцій

$$(S_1 \circ S_2) + S_3 = S_{12} + S_3 =$$

$$= S \subset (X_1^* \times X_2^* \times X_3^* \times Z) \times (Y_1^* \times Y_2^* \times Y_3)$$

Тоді система S допускає магістральне опрацювання даних на рівні S_1 і S_2 і розпаралелення опрацювання даних на рівні S_{12} і S_3 .

Доведення. Підсистема $S_{12} = (S_1 \circ S_2)$ допускає магістральне опрацювання даних для одиничного потоку на рівні S_1 і S_2 , відповідно до теореми про лінійні алгебри над одним і тим самим полем A, а оскільки відношення $R_{||}$ паралельного опрацювання інформації є відношенням еквівалентності і довільна система S_i реалізується паралельно сама собі (умова рефлексивності): $S_i R_{||} S_i$ для довільного $i \in I$, ми маємо синтез $S = S_{12} + S_3$, що допускає розпаралелення опрацювання даних на рівні S_{12} і S_3 .

На рис. 5 подано систему S опрацювання даних.

Теорема 6. Нехай задані системи опрацювання даних $S_1 \subset (X_1^* \times Z_{X_1}^*) \times Y_1$, $S_2 \subset (X_2^* \times Z_{X_2}^*) \times (Y_2^* \times Z_{Y_2}^*)$, $S_3 \subset (X_3^* \times Z_{Y_3}^*) \times Y_3$, і паралельне каскадне з'єднання цих систем за допомогою операцій: $S_1 + (S_2 \circ S_3) = S_1 + S_{23} = S \subset (X_1^* \times X_2^* \times X_3^* \times Z) \times (Y_1 \times Y_2^* \times Y_3)$, тоді система S допускає магістральне опрацювання даних на рівні S_2 і S_3 і розпаралелення опрацювання даних на рівні S_1 і S_{23} , оскільки $S_1 + (S_2 \circ S_3) = (S_2 \circ S_3) + S_1$.

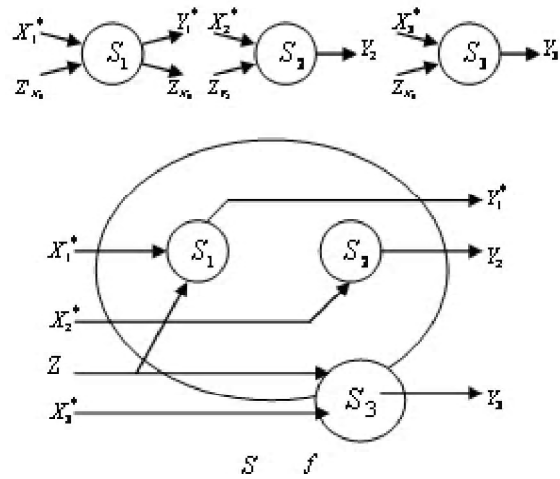


Рис. 5. Синтез паралельного і магістрального опрацювання даних

Теорема 7. Нехай задані системи опрацювання даних

$$S_1 \subset (X_1^* \times Z_{X_1}^*) \times (Y_1^* \times Z_{Y_1}^*),$$

$$S_2 \subset (Z_{X_2}^* \times X_2^*) \times (Y_2^* \times Z_{Y_2}^*),$$

$S_3 \subset (X_3^* \times Z_{Y_3}^* \times Z_{Y_3}^*) \times Y_3$ і паралельне каскадне з'єднання цих систем за допомогою операцій:

$$(S_1 + S_2) \circ S_3 = S_{12} \circ S_3 =$$

$$= S \subset (X_1^* \times X_2^* \times X_3^* \times Z) \times (Y_1^* \times Y_2^* \times Y_3);$$

тоді система S допускає розпаралелення опрацювання даних на рівні S_1 і S_2 і магістральне опрацювання даних на рівні S_{12} і S_3 .

Доведення. Згідно з теоремою про те, що відношення паралельного опрацювання інформації є відношенням еквівалентності, підсистеми $S_{12} = S_1 + S_2$ допускають розпаралелення опрацювання даних на рівні S_1 і S_2 , а згідно з теоремою 1 система S допускає магістральне опрацювання даних для одиничного потоку на рівні S_{12} і S_3 .

На рис. 6 подано таку систему S.

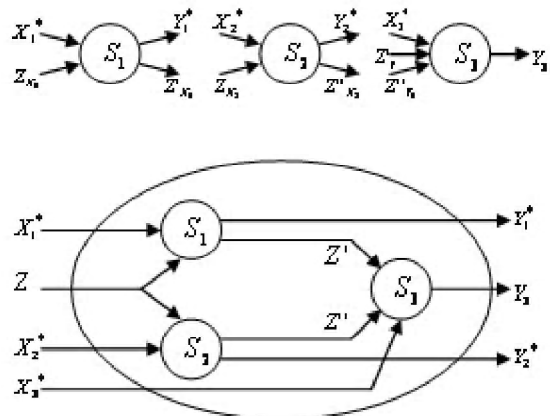


Рис. 6. Синтез каскадного з'єднання та операції замикання оберненого зв'язку

Теорема 8. Нехай задані системи

$$S_1 \subset (X_1^* \times Z_{X_1}) \times (Y_1^* \times Z_{Y_1}),$$

$$S_2 \subset (X_2^* \times Z_{X_2}) \times (Y_2^* \times Z_{Y_2})$$

і визначено каскадне з'єднання, що охоплене оберненим зв'язком за допомогою каскадного з'єднання операції та операції замикання оберненого зв'язку

$$F(S_1 \circ S_2) = S \subset (X_1^* \times X_2^*) \times (Y_1^* \times Y_2^*), \quad (5)$$

тоді система S допускає розпаралелення опрацювання даних на рівні S_1 і S_2 .

Доведення. За умовою:

$$X_1^* \cap Y_2^* = \emptyset \wedge X_2^* \cap Y_1^* = \emptyset \quad (2).$$

З (5) і (6) маємо, що система S допускає розпаралелення опрацювання даних на рівні S_1 і S_2 .

На рис. 7 подано таку систему S .

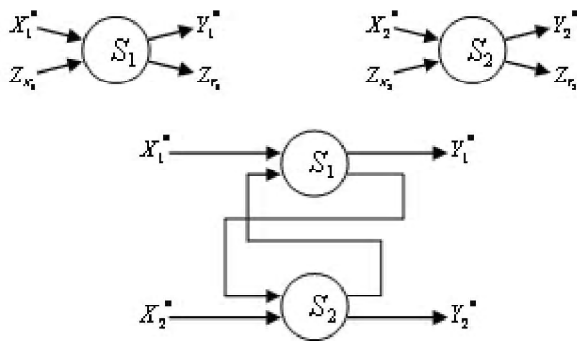


Рис. 7. Синтез, охоплений оберненим зв'язком за допомогою каскадних операцій замикання оберненого зв'язку

Теорема 9. Нехай задано системи

$$S_1 \subset (X_1^* \times Z_{X_1}) \times (Y_1^* \times Z_{Y_1}),$$

$$S_2 \subset (X_2^* \times Z'_{X_2} \times Z''_{X_2}) \times (Y_2^* \times Z'_{Y_2} \times Z''_{Y_2}), \dots, S_{n-1} \subset$$

$$\subset (X_{n-1}^* \times Z'_{X_{n-1}} \times Z''_{X_{n-1}}) \times (Y_{n-1}^* \times Z'_{Y_{n-1}} \times Z''_{Y_{n-1}})$$

і визначено каскадне з'єднання, що охоплено оберненим зв'язком за допомогою каскадних операцій замикання оберненого зв'язку

$$F(S_1 \circ S_2 \circ \dots \circ S_n) = S \subset (X_1^* \times X_2^* \times \dots \times X_n^*) \times (Y_1^* \times Y_2^* \times \dots \times Y_n^*).$$

Тоді система S допускає розпаралелення (3) опрацювання даних на рівні $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$.

Доведення. За умовою

$$X_1^* \cap Y_2^* \cap \dots \cap Y_n^* = \emptyset \wedge X_2^* \cap Y_1^* \cap Y_3^* \cap \dots \cap Y_n^* = \emptyset,$$

$$X_n^* \cap Y_1^* \cap \dots \cap Y_{n-1}^* = \emptyset. \quad (7)$$

З (7) випливає, що система S допускає розпаралелення опрацювання даних на рівні $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$.

На рис. 7 подано систему S , отриману за допомогою операцій каскадних з'єднань замикання оберненим зв'язком.

3. Висновки

Запропоновані математичні методи синтезу складних систем паралельної обробки даних та їх налаштування у комп'ютерному зорі:

- 1) каскадне з'єднання (синтез);
- 2) паралельне з'єднання (синтез), замикання зворотного зв'язку (операція циклів);
- 3) введені і розроблені три основні операції синтезу, які практично вичерпують можливості організації операцій складних систем обробки даних;
- 4) наведені основні теореми про синтез систем магістральної обробки даних, мультимагістральних систем проблем даних, паралельних систем обробки даних, синтез паралельної каскадної обробки даних, паралельної і магістральної обробки даних, синтез, що охоплений оберненим зв'язком.

Наукова новизна полягає у розробці математичних методів синтезу складних систем паралельної обробки даних.

Практична цінність полягає у розроблених основних операцій синтезу, які практично вичерпують можливості організації операцій складних систем обробки даних.

Література: 1. Грицик В. В. Опис алгоритмів паралельно-рекурсивної обробки даних в системах реального часу. Доповіді НАН України. Інформатика та кібернетика 2009. №3. с. 49-54. 2. Джордж Ф. Люггер Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения сложных проблем / Джордж Ф. Люггер. М. ; С-Пб. ; К. : Вильямс. 2005. 863 с. 3. Грицик В. В. Моделі і засоби адаптивного опрацювання відеопотоків у системах комп'ютерного зору. Львів, 2012. 350 с. 4. Вовк О.Б. Формалізація операцій над інформаційними продуктами / Вовк О.Б. // Математичні машини і системи. Київ, 2012. № 2. С. 51–59. 5. Ryshkovets Yu. V. Information model of Web-gallery taking into account user's interests / Ryshkovets Yu. V., Zhezhyuch P. I. // Econtechmod. An international quarterly journal on economics in technology, new technologies and modelling processes. 2013. Vol. 2, № 3. P. 59-63.

Поступила в редколегію 12.05.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Лупенко С.А.

Грицик Володимир Володимирович, д-р техн. наук, професор кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету "Львівська політехніка". Наукові інтереси: інформаційно-аналітичні системи. Адреса: Україна, 79013, Львів, вул. С. Бандери, 12, тел. (032)258-25-38.

Грицик Володимир Володимирович, д-р техн. наук, професор кафедри комп'ютерних систем та мереж Тернопільського Національного технічного університету ім. І. Пулюя. Наукові інтереси: системи та засоби штучного

інтелекту, інформаційні технології. Адреса: Україна, 46001, Тернопіль, вул. Руська, 56, тел. (032) 258-25-38.

Буров Євген Вікторович, канд. техн. наук, професор кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету “Львівська політехніка”. Наукові інтереси: комп’ютерні мережі. Адреса: Україна, 79013, Львів, вул. С. Бандери, 12, тел. (032) 258-25-38.

Вовк Олена Борисівна, канд. техн. наук, старший викладач кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету “Львівська політехніка”. Наукові інтереси: інтелектуальні системи прийняття рішень, інформаційні продукти, інтелектуальна власність. Адреса: Україна, 79013, Львів, вул. С. Бандери, 12, тел. (032) 258-25-38.

Ришковець Юрій Володимирович, канд. техн. наук, асистент кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету “Львівська політехніка”. Наукові інтереси: реляційні бази даних та бази часово-залежних даних, адаптивні інформаційні системи, технології консолідації даних, системи дистанційного навчання. Адреса: Україна, 79013, Львів, вул. С. Бандери, 12, тел. (032) 258-25-38.

Зозуля Андрій Миколайович, ЛТЕ Консалтинг, регіональний представник західного регіону. Наукові інтереси: інформаційні технології. Адреса: Україна, 46000, Тернопіль, вул. Шевченка, 16, тел. (032) 258-25-38.

УДК 666.97+004

СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ БЕТОНУ

МІХЄЄВ І.А.

Аналізуються сучасні інформаційні системи для визначення складу бетону. На основі проведеного аналізу формується ряд вимог до комп’ютерної програми, що розробляється. Описуються функціональні можливості та приклади інтерфейсу користувача комп’ютерної програми для розв’язання задачі проектування складу бетону з урахуванням впливу характеристик матеріалів та нормування рецептурно-технологічних параметрів «ПСБ УкрДАЗТ».

1. Вступ

Сучасна технологія виробництва бетону є складною стохастичною системою, яка функціонує в умовах невизначеності, відсутності строгих математичних моделей, які б адекватно описували технологічні, виробничі та фізико-хімічні процеси, відсутності єдиної методики розрахунку складів і методів оперативної оцінки якості бетонної суміші в реальному масштабі часу [1].

Більшість завдань управління виробництвом бетону: підбір складу бетонної суміші, вибір виду та концентрації добавки, управління ходом технологічного процесу вирішується, як правило, на основі евристичних знань оператора-технолога, який спирається на свій досвід і професійну майстерність. Об’єднання великої кількості наявних знань, даних та моделей в області бетонознавства і виробництва бетонних сумішей можливо за допомогою інформаційних технологій. Тому впровадження сучасних комплексів автоматизації та комп’ютеризації технологічних процесів повинно передбачати використання сучасних інформаційних систем обробки даних та інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень.

Застосування апарату експертних систем при виробництві бетону дозволить істотно допомогти оператору-технологу в рішенні слабоформалізованих задач, які виникають в процесі прийняття управлінських рішень [2-7]. Перевага використання систем штучно-

го інтелекту (експертних систем) перед традиційними системами управління полягає в тому, що вони спираються на багаторічний досвід роботи не одного, а декількох експертів, містять у собі знання, підкріплені нормативно-технічною документацією, а також вони інваріантні до людських факторів.

Метою дослідження є розробка структури та інтерфейсу користувача комп’ютерної програми для визначення складу бетону. Виходячи з поставленої мети, сформульовані такі задачі дослідження: аналіз сучасного стану проблеми застосування інформаційних технологій для розв’язання задачі проектування бетону, визначення сильних та слабких сторін кожного з наданих програмних засобів, формування списку вимог до комп’ютерної програми, що розробляється.

2. Аналіз інформаційних систем

Аналіз застосування сучасних інформаційних технологій для визначення складу бетону із заданими властивостями показав, що відбувається активний розвиток та вдосконалення вже розроблених програм [8], а також з’явився новий формат програмного забезпечення – он-лайн сервіс (web-додаток) для визначення складу бетону.

Програма «ФoБeC-01», розроблена Лихачовим Д.В. [9], служить для проектування складів бетонних сумішей з використанням нечіткої логіки і включає в себе три модулі: проектування складу, прогнозування властивостей бетонної суміші та корекція складу.

Комп’ютерна система управління складами бетонної суміші (КСУБС 6.3), розроблена Большаковим В.І. [10] і Дворкіним О.Л., здійснює проектування базових складів бетонної суміші (рис. 1). Комп’ютерна програма має три різномовні версії з інтерфейсом на українській, російській та англійській мовах.

Прикладна комп’ютерна програма «Состав», розроблена в Інституті хімії і технології рідкісних елементів і мінеральної сировини ім. І.В. Тананаєва [8], призначена для формування бази даних, автоматизації розрахунків і аналізу інформації з метою прийняття обґрунтованого рішення при оптимізації складів і властивостей композиційних матеріалів. Із запропонованого переліку матеріалів формується таблиця умовно-постійних значень для одного або серії складів.